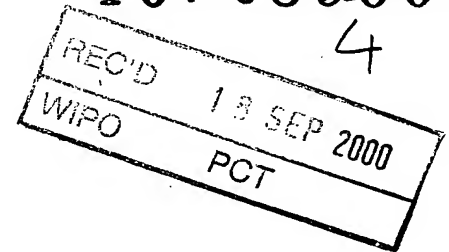


10/089606
JC10 Rec'd ST/PTO 01 APR 2002

**ENGLISH TRANSLATION OF THE
APPLICATION AS ORIGINALLY FILED**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

13. Sep. 2000 (13. 09. 00)
CH 100 100 100 100 100 100
10/089606
4**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 47 344.7

Anmeldetag: 01. Oktober 1999

Anmelder/Inhaber: ABB Research Ltd.,
Zürich/CH

Bezeichnung: Sensor mit drahtloser Datenübertragung mit geringer
Leistungsaufnahme

IPC: G 08 C, H 04 L, H 03 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. August 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Waasmaier

Sensor mit drahtloser Datenübertragung mit geringer Leistungsaufnahme

5

B E S C H R E I B U N G

10

Technisches Gebiet

15

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Kommunikationstechnik. Sie bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur drahtlosen Übermittlung von Daten eines Sensors an eine Basisstation gemäss dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 9.

20

Stand der Technik

25

Sensoren, insbesondere Näherungssensoren sind allgemein bekannt und werden in Automatisierungsanlagen, Fertigungssystemen und verfahrenstechnischen Anlagen eingesetzt. Näherungssensoren erlauben eine Messung von Flüssigkeitsniveaux oder von Positionen von Werkstücken oder Maschinenteilen. Näherungsschalter erlauben eine Detektion einer An- oder Abwesenheit von Flüssigkeiten, Werkstücken oder Maschinenteilen. Um die Verkabelung von Sensoren zu eliminieren, was bei einer Vielzahl von Sensoren von Vorteil ist, übermitteln Sensoren ihre Messdaten kabellos über Funk.

30

35

Batteriebetriebene Geräte weisen oft einen sogenannten Schlafmodus auf, um ihre Leistungsaufnahme zu verringern. Bei drahtlosen Kommunikationssystemen sind Sender und Empfänger während des Schlafmodus ausgeschaltet und werden nur periodisch aktiviert. Für autonome Sensoren, die einer Basisstation drahtlos Sensorwerte übermitteln sollen, stellt sich die Aufgabe,

dies mit einem möglichst kleinen Energieverbrauch zu bewerkstelligen, wobei eine zuverlässige Übertragung der Sensorwerte gewährleistet sein muss.

5 Aus der EP-A-0 907 262 ist ein Verfahren zur Übermittlung von Daten an Stationen eines drahtlosen Kommunikationsnetzwerkes offenbart. Dabei übermittelt eine Zentraleinheit Wecksignale, mit denen Stationen, welche Daten empfangen sollen, aus einem energiesparenden Schlafmodus in einen Aktivmodus umgeschaltet werden. Im Aktivmodus ermittelt eine Station, ob Daten zu übermitteln sind, und übermittelt diese allenfalls. Dadurch gerät
10 die Station oft in den energieverbrauchenden Aktivmodus, auch wenn keine Daten zu übermitteln sind. Falls eine Station Daten übermitteln möchte, wird die Übermittlung durch das Warten auf ein Wecksignal verzögert.

15 Ein TDMA (Time Division Multiple Access) Verfahren ist allgemein bekannt. Es erlaubt einen kontrollierten und deterministischen Zugriff auf ein Kommunikationsmedium, wie beispielsweise in der EP-A-0 899 920 beschrieben. TDMA wird beispielsweise für Satellitenverbindungen, mobile Kommunikationsmittel (GSM) und Funktelefone verwendet.

20

Darstellung der Erfindung

25 Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung mit geringer Leistungsaufnahme zur drahtlosen Übermittlung von Daten von einem Sensor an eine Basisstation zu schaffen, welche die oben genannten Nachteile behebt.

30 Diese Aufgabe lösen ein Verfahren und eine Vorrichtung mit geringer Leistungsaufnahme zur drahtlosen Übermittlung von Daten von einem Sensor an eine Basisstation mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 9.

35 Im erfindungsgemässen Verfahren erhält eine Kommunikationseinheit von einer zugeordneten Sensoreinheit ein Aufwecksignal und geht von einem energiesparenden Schlafmodus in einen Aktivmodus über. Ein Empfänger der Kommunikationseinheit empfängt und detektiert ein von einer Basisstation ausgesendetes zyklisch wiederkehrendes moduliertes Synchronisations-

signal. Eine vorgegebene Zeit nach dieser Detektion sendet ein Sender der Kommunikationseinheit ein modulierte Datensignal. Der Empfänger wartet den Empfang eines modulierten Bestätigungssignals ab. Wird ein solches empfangen, so geht die Kommunikationseinheit in den Schlafmodus über.

5 Andernfalls wird das modulierte Datensignal in wiederkehrenden, der Kommunikationseinheit zugeordneten Zeitfenstern wiederholt gesendet, bis ein modulierte Bestätigungssignal empfangen wird.

10 Erfindungsgemäss wird also die Kommunikationseinheit durch Signale unterschiedlicher Herkunft in den Aktiv- resp. Schlafmodus versetzt.

Das erfindungsgemässe Verfahren hat den Vorteil, dass ein stärker energieverbrauchender Betrieb der Kommunikationseinheit nur auftritt, wenn Daten übertragen werden müssen, und dass erst nach einer erfolgreichen Übertragung wieder auf den Schlafmodus umgeschaltet wird.

20 Ein weiterer Vorteil ist, dass die Kommunikationseinheit beim Auftreten von Sensordaten sofort in den Aktivmodus übergeht, ohne auf ein Aufwecksignal der Basisstation warten zu müssen. Da Synchronisationssignale öfters übermittelt werden können, als es für externe Aufwecksignale sinnvoll wäre, werden Sensordaten schneller an die Basisstation übermittelt.

25 In einer bevorzugten Variante der Erfindung ist der Sensor ein Näherungssensor oder ein Näherungsschalter. Vorzugsweise ist der Sensor ein induktiver, kapazitiver, photoelektrischer oder Ultraschall- oder Hall-Sensor.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen gehen aus den abhängigen Patentansprüchen hervor.

30

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels, welches in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigen:

35

- Figur 1 schematisch einen erfindungsgemässen Sensor;
Figur 2 einen Signalrahmen;
Figur 3 schematisch einen Ablauf des erfindungsgemässen Verfahrens;
und
5 Figur 4 einzelne Zeitfenster aus einem Signalrahmen.

Die in den Zeichnungen verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

10

Wege zur Ausführung der Erfindung

Die Figur 1 zeigt schematisch eine Funktionsstruktur eines erfindungsgemässen Sensors 1 mit einer Kommunikationseinheit 10 und einer zugeordneten Sensoreinheit 15. Die Kommunikationseinheit 10 weist eine Antenne 11 für elektromagnetische Wellen, welche mit einem Sender 12 und einem Empfänger 13 verbunden ist, sowie eine Schlafeinheit 14 auf. Die Kommunikationseinheit 10 weist Signalverbindungen zur Übertragung eines Synchronisationssignals sync und eines negativen Bestätigungssignals nACK vom Empfänger 13 an den Sender 12 auf, eine Signalverbindung zur Übertragung eines Bestätigungssignals ACK vom Empfänger 13 an die Schlafeinheit 14, eine Signalverbindung zur Übertragung eines Wach/Schlafsignals w/s von der Schlafeinheit 14 an den Sender 12 und an den Empfänger 13, eine Signalverbindung zur Übertragung eines Aufwecksignals w von der Sensoreinheit 15 an die Schlafeinheit 14, sowie eine Datenverbindung zur Übertragung eines Datensignals d von der Sensoreinheit 15 an den Sender 12. Die Kommunikationseinheit 10, insbesondere der Sender 12 und der Empfänger 13 weisen einen Aktivmodus zur Übertragung von Daten auf, und einen Schlafmodus, in dem sie wenig oder keine Leistung aufnehmen.

Die Kommunikation basiert auf einem Zeitmultiplexverfahren, dem TDMA (Time Division Multiple Access)-Verfahren. Solche Verfahren sind allgemein bekannt und werden in der Mobiltelefonie eingesetzt. Ein zeitlicher Ablauf einer Datenübertragung in einem TDMA-System ist in Figur 2 entlang einer Zeitachse t dargestellt. Eine Basisstation sendet in einem Zeitintervall 21 ein

Synchronisationssignal aus, welches beispielsweise einer Trägerfrequenz aufmoduliert ist. Einer oder mehrere Sensoren 1 respektive Kommunikationseinheiten 10 eines TDMA-Kommunikationssystems empfangen dieses modulierte Synchronisationssignal und kennen damit einen Anfangszeitpunkt eines zeitlichen Signalrahmens 20. Jedem von mehreren Sensoren 1 ist mindestens ein Zeitfenster 22 innerhalb dieses Signalrahmens 20, also eine zeitliche Verzögerung zwischen einem Anfangszeitpunkt des Signalrahmens 20, respektive dem Empfang des modulierten Synchronisationssignals 21, und einem Anfangszeitpunkt des Zeitfensters 22 zugeordnet. Die Information über diese Zuordnung respektive Verzögerung ist in der Kommunikationseinheit 10 des Sensors 1 und in der Basisstation gespeichert.

Figur 3 zeigt eine zeitliche Folge von im erfindungsgemässen Verfahren ausgelösten Signalen. Zur Erklärung des Verfahrens wird angenommen, dass sich die Kommunikationseinheit 10 eines Sensors 1 im Schlafmodus befindet. Die zugeordnete Sensoreinheit 15, erfährt eine Zustandsänderung und übermittelt darauf der Schlafeinheit 14 ein Aufwecksignal w und legt ein Datensignal d an die Datenverbindung zum Sender 12 an. Aufgrund des Aufwecksignals w erzeugt die Schlafeinheit 14 ein Wachsignal w/s für Sender 12 und Empfänger 13, worauf diese vom Schlafmodus in den Aktivmodus übergehen. Der Empfänger empfängt über die Antenne 11 ein Signal, beispielsweise auf einer bekannten Trägerfrequenz, und sucht darin nach dem modulierten Synchronisationssignal 21, beispielsweise durch Korrelation des empfangenen Signals mit einer gespeicherten Version des modulierten Synchronisationssignals. Ist dieses gefunden, so übermittelt der Empfänger 13 dem Sender 12 das Synchronisationssignal sync. Aus der bekannten Lage des dem Sensor 1 zugeordneten Zeitfensters 22 innerhalb des Signalrahmens 20 ergibt sich die vorgegebene zeitliche Verzögerung zwischen dem Empfang des modulierten Synchronisationssignals 21 und dem zugeordneten Zeitfenster 22. Nach dieser Verzögerungszeit übermittelt der Sender im Zeitfenster des Sensors 1 eine modulierte Version d_m des Datensignals d über die Antenne 11.

In einer bevorzugten Variante der Erfindung wird, falls der Empfänger 13, beispielsweise aufgrund von Störungen, nach dem Übergang vom Schlaf- in den Aktivmodus kein modulierte Synchronisationssignal 21 empfängt, das

Zeitfenster 22 zur Übermittlung des modulierten Datensignals d_m anhand einer internen Uhr der Kommunikationseinheit 10 bestimmt. Die interne Uhr wird anhand von modulierten Synchronisationssignalen 21 der Basisstation oder anhand eines anderen Zeitsignals, beispielsweise des Global Positioning Systems (GPS) synchronisiert.

Falls die Basisstation das modulierte Datensignal d_m eines bestimmten Sensors 1 empfängt, so sendet sie ein moduliertes Bestätigungssignal ACK_m .

In einer bevorzugten Variante des erfinderischen Verfahrens geschieht dies, falls die Basisstation ein moduliertes Datensignal d_m in einem ersten Zeitfenster 22 empfängt, indem sie ein einzelnes moduliertes Bestätigungssignal ACK_m erst in einem zweiten, dem ersten folgenden Zeitfenster 22 sendet. Dieser Zusammenhang ist in Figur 4 dargestellt:

- ein zweites moduliertes Datensignal $d_m(n)$ wird von einem zweiten Sensor 1 an die Basisstation übertragen,
- anschliessend wird ein allfällige erstes moduliertes Bestätigungssignal $ACK_m(n-1)$ eines vorangehenden, ersten modulierten Datensignals von der Basisstation an einen ersten Sensor 1 übertragen,
- anschliessend wird ein drittes moduliertes Datensignal $d_m(n+1)$ von einem dritten Sensor 1 an die Basisstation übertragen,
- und schliesslich wird ein zweites moduliertes Bestätigungssignal $ACK_m(n)$ des Empfangs des zweiten modulierten Datensignals $d_m(n)$ von der Basisstation an den zweiten Sensor 1 übertragen.

Dieser Ablauf hat den Vorteil, dass die Basisstation ausreichend Zeit zur Entscheidung hat, ob in einem Zeitfenster 22 tatsächlich ein moduliertes Datensignal empfangen worden ist. In einer weiteren Variante des erfindungsgemässen Verfahrens wird das modulierte Bestätigungssignal im k -ten Zeitfenster 22 gesendet, welches auf das Zeitfenster 22 folgt, in welchem das zugehörige modulierte Datensignal empfangen wurde, wobei k grösser als eins ist. Ein Wert von $k=1$ entspricht dem oben ausführlich beschriebenen Ablauf mit der Verzögerung der Bestätigung um die Dauer eines Zeitfensters 22. Die Bestätigungen der Datensignale, welche in den letzten k Zeitfenstern 22 eines Signalrahmens 20 empfangen wurden, geschehen dabei vorzugs-

weise in den ersten k Zeitfenstern 22 des darauffolgenden Signalrahmens 20.

5 In einer anderen vorteilhaften Variante des erfinderischen Verfahrens werden die modulierten Bestätigungssignale ACK_m für alle Sensoren 1 als Gruppe von modulierten Bestätigungssignalen übermittelt, ohne dass modulierte Datensignale d_m zwischen den modulierten Bestätigungssignalen ACK_m liegen. Die Übermittlung dieser Gruppe geschieht mit einer fixen zeitlichen Verschiebung gegenüber dem modulierten Synchronisationssignal 21, beispielsweise am Ende eines Signalrahmens 20, oder anschliessend an die Übertragung des modulierten Synchronisationssignals 21..

15 In einer weiteren vorteilhaften Variante der Erfindung werden die modulierten Bestätigungssignale ACK_m auf einer anderen Trägerfrequenz als die modulierten Datensignale d_m übermittelt.

20 Falls die Übertragung eines modulierten Datensignals d_m durch den Sender 12 eines Sensors 1 an die Basisstation aufgrund von irgendwelchen Störeinflüssen nicht erfolgreich ist, sind die Daten verloren. Um trotzdem eine sichere Übertragung der Daten zu gewährleisten, sendet eine Kommunikationseinheit 10 ihre Daten wiederholt in aufeinanderfolgenden Signalrahmen 20, bis sie das zugeordnete modulierte Bestätigungssignal empfängt. Erst nach dem Empfang dieser Bestätigung geht die Kommunikationseinheit 10 wieder in den Schlafmodus über.

30 Ein Beispiel für einen solchen Ablauf ist wieder in Figur 3 gezeigt: nach einer ersten Übermittlung eines modulierten Datensignals d_m empfängt der Empfänger 13 kein moduliertes Bestätigungssignal ACK_m. Darauf übermittelt der Empfänger 13 dem Sender 12 ein negatives Bestätigungssignal nACK. Falls das modulierte Bestätigungssignal ACK_m im Zeitfenster 22 erwartet wird, welches auf das modulierte Datensignal d_m folgt, so kann das negative Bestätigungssignal nACK bereits nach diesem Zeitfenster 22 erzeugt werden, wie in der Figur 3 eingezeichnet. In den anderen oben beschriebenen Varianten der Erfindung, in denen das modulierte Bestätigungssignal ACK_m erst später erwartet wird, wird auch das negative Bestätigungssignal nACK entsprechend später erzeugt. Bei jeder dieser Varianten

sendet der Sender 12 das modulierte Datensignal d_m im nächsten Signalrahmen 20 im Zeitfenster 22, welches dem Sensor 10 zugeordnet ist, erneut. Empfängt der Empfänger 13 darauf ein moduliertes Bestätigungssignal ACK_m, wie in Figur 3 gezeigt, so übermittelt er der Schlafeinheit 14 ein Bestätigungssignal ACK, worauf die Schlafeinheit 14 ein Schlafsignal w/s für Sender 12 und Empfänger 13 erzeugt, worauf diese vom Aktivmodus in den Schlafmodus übergehen.

Beim oben beschriebenen wiederholten Senden modulierter Datensignale d_m werden genaue Startzeiten entsprechender Zeitfenster 22 vorteilhafterweise anhand von den in jedem Signalrahmen vorhandenen modulierten Synchronisationssignalen 21 bestimmt. Für den Fall, dass ein solches moduliertes Synchronisationssignal 21 nicht empfangen wird, wird vorteilhafterweise der Startzeitpunkt eines Zeitfensters 22 anhand der internen Uhr der Kommunikationseinheit 10 bestimmt. Die interne Uhr wird beim Empfang eines modulierten Synchronisationssignals 21 synchronisiert.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Sensor ein Näherungssensor oder ein Näherungsschalter und beruht die Funktion der Sensoreinheit 15 beispielsweise auf einem kapazitiven, induktiven oder photoelektrischen Wirkungsprinzip oder auf einem Hall-Effekt oder auf Ultraschall.

Vorzugsweise verwendet das erfindungsgemässe Verfahren Sensorabtastraten von 1 Hz bis 4 kHz, Trägerfrequenzen im Bereich von 100 kHz bis 5 GHz, und Datenraten von 1000 bit/s bis 10 Mbit/s.

Insbesondere sind Trägerfrequenzen in einem ISM (Industrial/Scientific/Medical) - Frequenzband bevorzugt, da dazu keine Funklizenzen erforderlich sind, beispielsweise bei einer Frequenz von mindestens annähernd 2.4 GHz. Bevorzugt beträgt die Sensorabtastrate mindestens annähernd 1 kHz, beträgt eine Rahmenlänge eines Signalrahmens 20 mindestens annähernd 1.25 Millisekunden oder mindestens annähernd 5 Millisekunden, und beträgt eine Slotdauer eines Zeitfensters 22 mindestens annähernd 39 Mikrosekunden.

Eine weitere bevorzugten Variante der Erfindung weist mehrere Basistationen auf, welchen jeweils verschiedene Gruppen von Sensoren (1) zugeordnet sind. Um Interferenzen zu vermeiden, verwenden die verschiedenen Gruppen vorteilhafterweise unterschiedliche Frequenzbänder oder/oder unterschiedliche Synchronisationssequenzen.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|-------|------------------------------------|
| | 1 | Sensor |
| | 10 | Kommunikationseinheit |
| 5 | 11 | Antenne |
| | 12 | Sender Tx |
| | 13 | Empfänger Rx |
| | 14 | Schlafeinheit CHRR |
| | 15 | Sensoreinheit S |
| 10 | 20 | Signalrahmen |
| | 21 | moduliertes Synchronisationssignal |
| | 22 | Zeitfenster |
| | w | Aufwecksignal |
| | w/s | Wach/Schlafsignal |
| 15 | synch | Synchronisationssignal |
| | d | Datensignal |
| | d_m | moduliertes Datensignal |
| | ACK | Bestätigungssignal |
| | nACK | negatives Bestätigungssignal |
| 20 | ACK_m | moduliertes Bestätigungssignal |
| | t | Zeitachse |

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur drahtlosen Übermittlung von Daten von einer Sensoreinheit (15) eines Sensors (1) über eine Kommunikationseinheit (10) an eine Basisstation, bei dem die Kommunikationseinheit (10)
- 5 a) ein Aufwecksignal (w) von der Sensoreinheit (15) erhält,
b) von einem Schlafmodus in einen Aktivmodus übergeht,
c) ein modulierte Datensignal (d_m) sendet,
d) den Empfang eines modulierten Bestätigungssignals (ACK_m) abwartet,
10 e) im Falle des Empfangs des modulierten Bestätigungssignals (ACK_m) vom Aktivmodus in den Schlafmodus übergeht,
f) im Falle keines Empfangs des modulierten Bestätigungssignals (ACK_m) erneut ein modulierte Datensignal (d_m) sendet und gemäss Schritt d) weiterfährt.
- 15 2. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikationseinheit (10) in Schritt c) das modulierte Datensignal (d_m) sendet, indem die Kommunikationseinheit (10) einen Empfänger (13) der Kommunikationseinheit (10) einschaltet, den Empfang eines modulierten Synchronisationssignals (21) abwartet, und nach einer vorgegebenen Zeit nach Empfang des modulierten Synchronisationssignals (21) das modulierte Datensignal (d_m) sendet.
- 20 3. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikationseinheit (10) in Schritt c) das modulierte Datensignal (d_m) in einem Zeitfenster (22) sendet, welches anhand einer internen Uhr bestimmt wird.
- 25 4. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisstation im Falle eines Empfang eines modulierten Datensignals (d_m) in einem ersten Zeitfenster (22) ein einzelnes modulierte Bestätigungssignal (ACK_m) in einem zweiten, dem ersten folgenden Zeitfenster (22) sendet.
- 30 5. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisstation nach dem Empfang von modulierten Datensignalen (d_m) mehrere
- 35

rer Sensoren (1) diesen Sensoren (1) zugeordnete modulierte Bestätigungssignale (ACK_m) aufeinanderfolgend sendet, ohne dass Datensignale zwischen den Bestätigungssignalen liegen.

- 5 6. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass modulierte Datensignale (d_m) und modulierte Bestätigungssignale (ACK_m) auf unterschiedlichen Trägerfrequenzen übertragen werden.
- 10 7. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikationseinheit (10) das Aufwecksignal (w) und ein Datensignal (d) von einem Näherungssensor, insbesondere von einem Näherungsschalter erhält.
- 15 8. Verfahren gemäss Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit (3) aufgrund eines kapazitiven, induktiven oder photoelektrischen Wirkungsprinzips oder eines Hall-Effekts oder aufgrund von Ultraschall arbeitet.
- 20 9. Vorrichtung zur drahtlosen Übermittlung von Daten von einer Sensoreinheit (15) über eine Kommunikationseinheit (10) an eine Basisstation, wobei die Kommunikationseinheit (10) einen Empfänger (13) zum Empfang eines modulierten Synchronisationssignals (21) und zum Empfang eines modulierten Bestätigungssignals (ACK_m) und einen Sender (12) zum Senden eines modulierten Datensignals (d_m) aufweist, und wobei der Empfänger (13) und der Sender (12) beide einen Aktivmodus und einen Schlafmodus aufweisen, dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Vorrichtung eine Schlafeinheit (14) zur Umschaltung des Modus von Empfänger (13) und Sender (12) nach Massgabe eines Aufwecksignals (w) der Sensoreinheit (15) und eines Bestätigungssignals (ACK) des Empfängers (13) aufweist, und
30 dass der Sender (12) Mittel zum wiederholten Senden eines modulierten Datensignals (d_m) nach Massgabe eines negativen Bestätigungssignals (nACK) des Empfängers aufweist, und
35 der Empfänger (13) Mittel zum Empfang eines modulierten Synchronisationssignals (21) und zur Erzeugung eines Synchronisationssignals (sync) zur zeitlichen Synchronisation des modulierten Datensignals (d_m) aufweist.

10. Vorrichtung gemäss Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorrichtung eine vorgegebene zeitliche Verzögerung zwischen dem Empfang des modulierten Synchronisationssignals (21) und dem Senden des modulierten Datensignals (d_m) zugeordnet ist.

5

11. Vorrichtung gemäss Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit (15) ein Näherungssensor oder ein Näherungsschalter ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Im erfindungsgemässen Verfahren erhält eine Kommunikationseinheit (10) eines Sensors (1) von einer zugeordneten Sensoreinheit (15) ein Aufwecksignal (w) und geht von einem energiesparenden Schlafmodus in einen Aktivmodus über. Ein Empfänger (13) der Kommunikationseinheit (10) detektiert ein zyklisch wiederkehrendes modulierte Synchronisationssignal einer Basisstation, wonach ein Sender (12) nach einer vorgegebenen Zeit ein modulierte Datensignal sendet. Der Empfänger (13) wartet den Empfang eines modulierten Bestätigungssignals ab. Wird ein solches empfangen, so geht die Kommunikationseinheit (10) in den Schlafmodus über. Andernfalls wird das modulierte Datensignal in den wiederkehrenden, dem Sensor (1) zugeordneten Zeitfenstern wiederholt gesendet, bis ein modulierte Bestätigungssignal empfangen wird.

Das erfindungsgemässe Verfahren hat den Vorteil, dass ein energieverbrauchender Betrieb der Kommunikationseinheit (10) nur auftritt, wenn Daten übertragen werden müssen, und dass erst nach einer erfolgreichen Übertragung wieder auf den Schlafmodus umgeschaltet wird.

(Figur 1)

Fig. 4

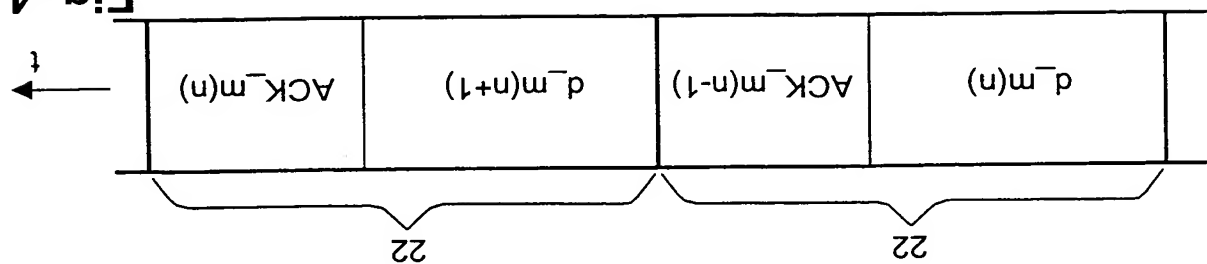


Fig. 3

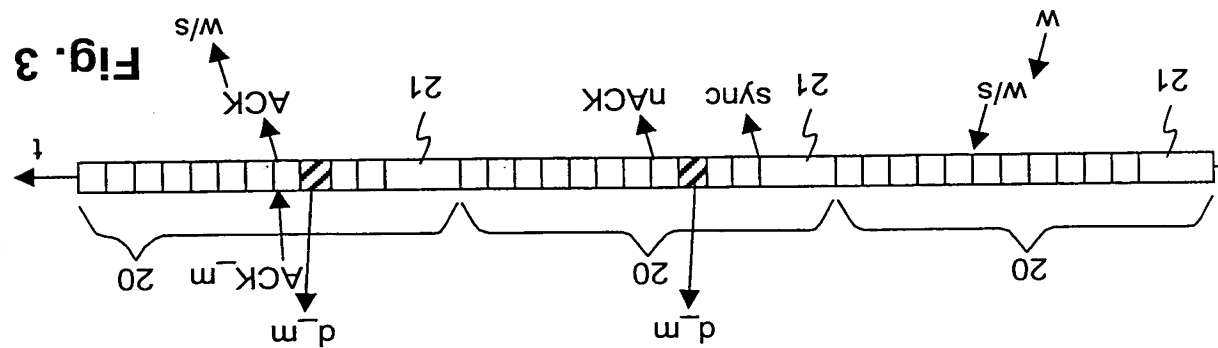


Fig. 2

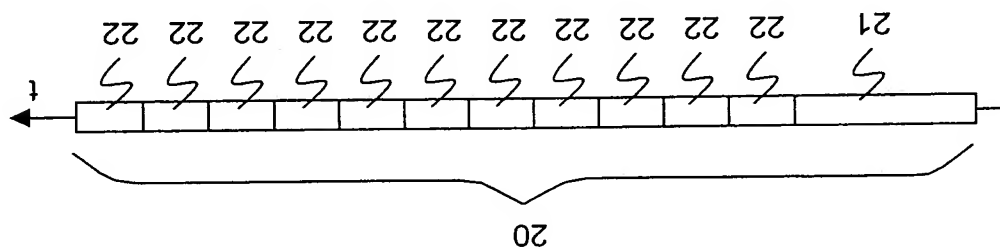


Fig. 1

